EVENTO ON-LINE
III CIGELUBRA
Congresso Internacional de Gestão e Engenharia Luso-Brasileiro
02 a 04 de dezembro de 2026
Inovação e Transformação Digital como Estratégia Competitiva nas Engenharias

Transformação digital e ecossistemas de inovação: uma análise da literatura sobre micro e pequenas indústrias

Natália do Amaral Rutcoski
Engenharia de Produção - UTFPR
Beatryz de Almeida Alcantara
Engenharia de Produção - UTFPR
Regina Negri Pagani
Engenharia de Produção - UTFPR
Vitória Ceccato
Engenharia de Produção - UTFPR

Resumo: A transformação digital tem se consolidado como um elemento estratégico para a competitividade industrial. Entretanto, micro e pequenas indústrias enfrentam limitações de recursos, competências e capacidades internas que podem dificultar a adoção e a integração de tecnologias digitais. Nesse contexto, a inserção em ecossistemas de inovação pode favorecer o acesso a conhecimentos, recursos e atores externos capazes de apoiar esse processo. Este artigo tem como objetivo analisar como a literatura científica aborda a relação entre transformação digital, capacidades digitais e ecossistemas de inovação no contexto das micro e pequenas indústrias. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura, com aplicação da Methodi Ordinatio para seleção e ordenação do portfólio bibliográfico, a partir de estudos recuperados nas bases *Scopus* e *ScienceDirect*. O portfólio final foi constituído por 17 artigos, os resultados evidenciam que a transformação digital nessas organizações ocorre predominantemente de forma incremental e envolve mudanças que ultrapassam a adoção tecnológica, abrangendo aspectos estratégicos, organizacionais e culturais. Os estudos também indicam que ecossistemas de inovação, por meio da atuação de universidades, instituições governamentais, centros de competência e outros intermediários, contribuem para o acesso a recursos externos e para o desenvolvimento de capacidades necessárias à transformação digital. Conclui-se que a articulação entre capacidades internas e suporte proveniente dos ecossistemas constitui um elemento relevante para o avanço da transformação digital e para o fortalecimento da competitividade das micro e pequenas indústrias.

Palavras-chave: Transformação digital, Ecossistemas de inovação, Capacidades digitais, PMEs manufatureiras, Revisão de literatura.

Digital transformation and innovation ecosystems: a literature analysis on micro and small industries

Abstract: Digital transformation has become a strategic element for industrial competitiveness. However, micro and small industries face limitations in resources, skills, and internal capabilities that can hinder the adoption and integration of digital technologies. In this context, participation in innovation ecosystems can facilitate access to knowledge, resources, and external actors capable of supporting this process. This article aims to analyze how the scientific literature addresses the relationship between digital transformation, digital capabilities, and innovation ecosystems in the context of micro and small industries. To this end, a literature review was conducted, applying the Methodi Ordinatio for the selection and ordering of the bibliographic portfolio, based on studies retrieved from the Scopus and ScienceDirect databases. The final portfolio consisted of 17 articles;

the results show that digital transformation in these organizations occurs predominantly incrementally and involves changes that go beyond technological adoption, encompassing strategic, organizational, and cultural aspects. The studies also indicate that innovation ecosystems, through the actions of universities, government institutions, centers of competence, and other intermediaries, contribute to access to external resources and the development of capabilities necessary for digital transformation. It is concluded that the articulation between internal capabilities and support from ecosystems is a relevant element for advancing digital transformation and strengthening the competitiveness of micro and small industries.

Keywords: Digital transformation, Innovation ecosystems, Digital capabilities, Manufacturing SMEs, Literature review.

1. Introdução

No cenário industrial contemporâneo, a digitalização constitui um elemento relevante para a agilidade e a competitividade das organizações, representando uma mudança estrutural na forma como os negócios operam e criam valor (KHURANA; DUTTA; GHURA, 2022). Entretanto, as pequenas e médias empresas (PMEs), especialmente aquelas inseridas no setor industrial, enfrentam desafios particulares decorrentes de limitações de recursos, ausência de processos sistemáticos de inovação e capacidades internas reduzidas (MEI; ZHANG; CHEN, 2019). Diferentemente das grandes corporações, a transformação digital nessas organizações tende a ocorrer de maneira incremental, frequentemente associada à substituição de equipamentos, à modernização de processos e à adoção de sistemas de gestão, como o Enterprise Resource Planning (ERP), considerados etapas importantes para a incorporação posterior de tecnologias mais avançadas (RICCI; BATTAGLIA; NEIROTTI, 2021).

Neste estudo, o termo PMEs é empregado em consonância com a terminologia predominante na literatura internacional (Small and Medium-sized Enterprises – SMEs). O recorte analítico concentra-se em empresas inseridas no contexto industrial e manufatureiro, considerando estudos que investigam processos de transformação digital, capacidades organizacionais e relações com atores externos e ecossistemas de inovação.

A transformação digital (TD) em PMEs não se restringe à adoção de novas tecnologias, envolvendo também mudanças estratégicas, organizacionais, culturais e relacionadas à força de trabalho (SAEEDIKIYA; SALUNKE; KOWALKIEWICZ, 2024). Entretanto, limitações de competências técnicas, recursos e visão estratégica podem restringir o avanço dessas empresas para níveis mais elevados de maturidade digital (DÍAZ-ARANCIBIA et al., 2024). Nesse processo, o reconhecimento de oportunidades digitais torna-se particularmente relevante, uma vez que envolve a capacidade de identificar e avaliar de que forma diferentes tecnologias podem ser incorporadas às operações, aos processos produtivos, aos produtos e aos serviços (RICCI; BATTAGLIA; NEIROTTI, 2021).

Diante dessas limitações internas, a inserção em ecossistemas de inovação pode ampliar o acesso das PMEs a recursos, conhecimentos e competências externas (JIANG; WANG, 2024). Esses ecossistemas compreendem redes de atores interdependentes, envolvendo, entre outros, fornecedores, clientes, concorrentes, universidades, instituições de pesquisa, associações empresariais, órgãos governamentais e intermediários de inovação, cujas interações podem favorecer processos de cocriação de valor (BENITEZ; AYALA; FRANK, 2020). Nesse contexto, a busca por conhecimento externo assume importância para a adoção tecnológica, tanto pela ampliação do número e da diversidade de conexões estabelecidas quanto pelo aprofundamento das relações colaborativas entre os atores (RICCI; BATTAGLIA; NEIROTTI, 2021).

Entre os atores externos identificados na literatura, destacam-se intermediários de inovação e Centros de Competência (CCs), que podem atuar como facilitadores do processo de

transformação digital das PMEs (IETTO et al., 2024; HAFEEZ et al., 2025). Esses agentes desempenham funções de intermediação e transferência de conhecimento, oferecendo orientação, treinamento, experimentação tecnológica e outros mecanismos de suporte que contribuem para reduzir barreiras técnicas e organizacionais à adoção de novas tecnologias (IETTO et al., 2024).

Embora transformação digital, capacidades organizacionais e ecossistemas de inovação sejam temas amplamente abordados na literatura sobre PMEs, esses elementos aparecem frequentemente analisados a partir de perspectivas específicas, como adoção tecnológica, capacidades dinâmicas, busca por conhecimento externo ou participação em redes colaborativas. Nesse contexto, torna-se relevante sistematizar como esses diferentes elementos têm sido articulados pela literatura no contexto das PMEs manufatureiras. Assim, esta revisão busca compreender de que maneira capacidades internas e recursos provenientes de atores e redes externas se relacionam com os processos de transformação digital dessas organizações. Ao reunir essas perspectivas, o estudo pretende identificar os principais conceitos e abordagens presentes na literatura, os fatores internos e externos associados à transformação digital das PMEs manufatureiras e as lacunas que permanecem abertas à investigação. A síntese proposta também busca evidenciar como capacidades organizacionais e relações estabelecidas nos ecossistemas de inovação se articulam no processo de transformação digital.

Diante desse contexto, o objetivo deste artigo é analisar como a literatura científica aborda a relação entre transformação digital, capacidades digitais e ecossistemas de inovação no contexto das PMEs manufatureiras.

O artigo está estruturado em cinco seções. A primeira corresponde a esta introdução; a segunda apresenta os procedimentos metodológicos empregados na revisão; a terceira discute os conceitos que fundamentam a análise; a quarta apresenta e discute os resultados obtidos a partir do portfólio bibliográfico; e a quinta reúne as conclusões, limitações do estudo e sugestões para pesquisas futuras.

2. Materiais e Métodos

Esta pesquisa caracteriza-se como uma revisão da literatura, conduzida com o apoio da Methodi Ordinatio, proposta por Pagani, Kovaleski e Resende (2015), para seleção e ordenação dos estudos que compõem o portfólio bibliográfico.

As buscas foram realizadas nas bases *Scopus* e *ScienceDirect* em setembro de 2026, utilizando combinações de descritores relacionados aos construtos transformação digital, ecossistemas de inovação e PMEs manufatureiras. As pesquisas foram efetuadas nos campos título, resumo e palavras-chave, com adaptações das expressões de busca às especificidades de cada fonte. Não foi delimitado recorte temporal. As estratégias utilizadas e a quantidade de registros recuperados são apresentadas na Tabela 1.

CONFIGURAÇÕES DAS BASES DE DADOS

Sem recorte temporal

Busca no campo: title, abstract and keyword

COMBINAÇÕES DE PALAVRAS-CHAVE

("Innovation Ecosysten" OR "Digital Innovation Ecosysten" OR "Eckopocasated Ecosystem") AND ("Digital Transformation" OR Updatizating OR "Industry 4.0") AND ("Manufacturing SMEs" OR "Industrial SMEs" OR SMEs)

("Digital I.ransformation") AND ("Innovation Ecosystem") AND ("Manufacturing SMEs" OR SMEs)

("Regional Innovation Ecosysten" OR "Edkopocssated Ecosystem" OR "Innovation Ecosysten") AND ("Digital Technologation" OR "Industry 4.0" OR digitalcaring) AND ("Manufacturing SMEs" OR "Industrial SMEs")

("Digital Innovation Ecosysten" OR "Innovation Ecosystem")

AND ("Digital Transformation" OR "Digital Technologies") AND ("Manufacturing SMEs" OR SMEs)

("Good City Innovation Ecosystem" OR "Udiro Innovation Ecosystem") AND ("Digital Transformation" OR f'application) AND ("Manufacturing SMEs" OR SMEs)

("Good City Ecosystem" OR "Udiao Innovation Ecosysteri") AND ("Digital transformation" OR "Industry 4.0" OR "Smart Manufacturing") AND ("Manufacturing SMEs")

("Innovation Ecosystem" OR "Udem Innovation Ecosystem") AND ("Opplicatiolog OR Imosystes") AND ("Manufacturing SMEs")

PROCEDIMENTOS DE FILTRAGEM

Eliminação de duplicados

Eliminação por tipo de documento (capítulo de livro, artigos de conferência)

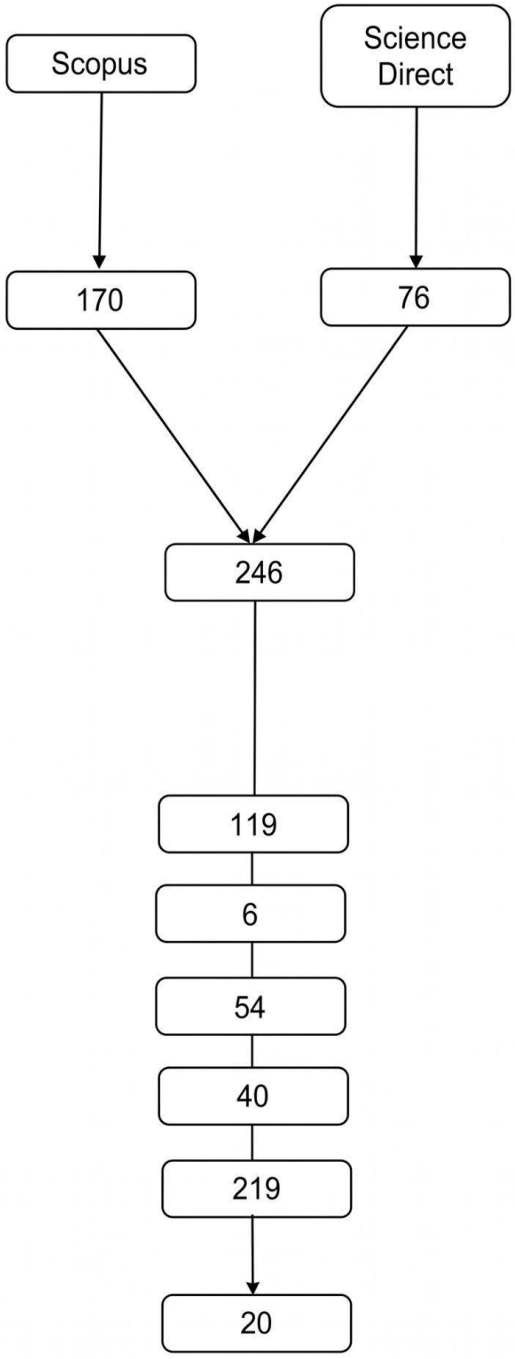
Eliminação de artigos não alinhados ao escopo

Eliminação por nota de corte acima de 200

Total de artigos excluídos

PORTFÓLIO

Total de artigos para portfólio



Fonte: Autoria própria (2026)

Inicialmente, foram recuperados 246 registros, sendo 170 provenientes da *Scopus* e 76 da *ScienceDirect*. Os resultados foram consolidados em uma única base e submetidos à identificação e remoção de duplicatas. Posteriormente, realizou-se a triagem por títulos e resumos e, quando necessário, a leitura do texto completo, com o objetivo de verificar a aderência dos estudos ao escopo da pesquisa. Foram considerados elegíveis estudos relacionados à transformação digital no contexto de PMEs industriais ou manufatureiras e às dimensões investigadas nesta revisão. Após a aplicação dos critérios de seleção, 67 artigos foram considerados aderentes.

Os estudos elegíveis foram organizados no *software* JabRef e submetidos à Methodi Ordinatio. O índice InOrdinatio foi calculado considerando os critérios estabelecidos pelo método, incluindo o ano de publicação, o impacto do periódico e o número de citações, com base na fórmula InOrdinatio 2.0, apresentada na Equação 1.

$$InOrdinatio\ 2.0 = \left\{[\Delta * (FI)] - \left[\lambda\ * \frac{AnodaPesquisa\ -\ AnodaPublicação}{MeiaVidaCitada}\right] + \left[\Omega\ * \frac{Ci}{(AnodaPesquisa\ + 1) -\ AnodaPublicação}\right]\right\}$$

(Eq. 1)

(PAGANI *et al.,* 2023)

Onde:

- FI – Fator de impacto: São as métricas do periódico (*CiteScore* do ano passado ou estimativa do JCR no caso de um *CiteScore* inexistente).
- Ano da Pesquisa: o ano em que a pesquisa está sendo realizada.
- Ano da Publicação: o ano em que o artigo foi publicado.
- Ci: o número total de citações encontradas no Google Acadêmico.
- Δ: é o valor entre 0 e 10 que o pesquisador atribui à importância do fator de impacto da publicação.
- λ: é o valor entre 0 e 10 que o pesquisador atribui à importância da atualidade da publicação.
- Meia-vida de citação: mediana do *Cited Half-Life* dos periódicos com JCR 2020 (7,6)
- Ω: é o valor entre 0 e 10 que o pesquisador atribui à importância da média anual de citações da publicação.

Após a ordenação, adotou-se como ponto de corte InOrdinatio ≥ 200, resultando em 20 artigos.

Na etapa seguinte, verificou-se a disponibilidade integral dos trabalhos selecionados. Três artigos foram excluídos por indisponibilidade do texto completo, resultando em um portfólio final de 17 estudos. Esses trabalhos foram submetidos à leitura integral, sendo extraídas informações referentes aos objetivos, contextos investigados, métodos e principais resultados. As evidências foram posteriormente organizadas em categorias relacionadas à transformação digital, capacidades digitais e dinâmicas, ecossistemas de inovação, barreiras e fatores facilitadores e resultados organizacionais, subsidiando a síntese e a discussão da literatura.

3. Referencial Teórico

3.1 Transformação Digital nas Micro e Pequenas Indústrias (PMEs)

A transformação digital (TD) compreende um processo de mudança organizacional que ultrapassa a simples adoção de tecnologias digitais, envolvendo transformações nas estratégias, processos, estruturas, cultura organizacional e formas de criação de valor (SAEEDIKIYA; SALUNKE; KOWALKIEWICZ, 2024). No contexto das pequenas e médias empresas, esse processo pode envolver desde a digitalização de atividades operacionais e administrativas até a incorporação de tecnologias em produtos, serviços e modelos de negócios (HAFEEZ et al., 2025).

Em PMEs manufatureiras, a transformação digital assume características particulares em razão das limitações de recursos financeiros, tecnológicos e humanos associadas ao porte organizacional. Essas condições podem influenciar tanto o ritmo quanto a extensão da adoção tecnológica, tornando relevante compreender a digitalização como um processo gradual de desenvolvimento de competências e integração de recursos internos e externos (MEI; ZHANG; CHEN, 2019; RICCI; BATTAGLIA; NEIROTTI, 2021).

Nesse contexto, a transformação digital deve ser analisada não apenas pela presença de tecnologias específicas, mas também pelas mudanças organizacionais necessárias para incorporá-las aos processos e estratégias da empresa. Essa perspectiva aproxima a discussão sobre transformação digital da literatura sobre capacidades organizacionais e dinâmicas, especialmente no que se refere à habilidade das empresas de reconhecer oportunidades, mobilizar recursos e reconfigurar suas estruturas diante de mudanças tecnológicas.

3.2 Capacidades Digitais e Dinâmicas

Para que a transformação digital seja bem-sucedida, as PMEs precisam desenvolver um conjunto de capacidades digitais e dinâmicas. Segudno Saeedikiya, Salunke e Kowalkiewicz (2024), as Capacidades Dinâmicas (CD) referem-se à habilidade da empresa em renovar sua base de recursos e adaptar-se a mudanças disruptivas, sendo classicamente divididas em: sensoriamento (sensing), apreensão (seizing) e reconfiguração (transforming).

O sensoriamento envolve a identificação de oportunidades externas, enquanto a apreensão foca na explotação dessas oportunidades através de novos serviços ou processos. A reconfiguração é a capacidade de combinar e reorganizar estruturas organizacionais para sustentar o crescimento (SAEEDIKIYA, SALUNKE E KOWALKIEWICZ, 2024) . Durante períodos de crise, como a pandemia de COVID-19, a resiliência emerge como uma capacidade dinâmica de segunda ordem, permitindo que a empresa se transforme digitalmente nos níveis individual, organizacional e de ecossistema para sobreviver (KHURAN, DUTTA, GHURA, 2022)

Um elemento mediador crucial nesse processo é a capacidade de absorção (AC), que permite às PMEs reconhecer o valor de novos conhecimentos externos, assimilá-los e aplicá-los para fins comerciais (MEI, ZHANG, CHEN, 2019). A ambidestria organizacional, que equilibra a exploração (exploration) de novos conhecimentos com a explotação (exploitation) das competências atuais, também é apontada como fundamental para maximizar o desempenho das PMEs no ambiente digital (HANOUM, 2025).

3.3 Ecossistemas de Inovação e Redes Colaborativas

Os ecossistemas de inovação são estruturas de alinhamento multilateral de parceiros que interagem para concretizar uma proposta de valor focal (BENITEZ, AYALA, FRANK, 2020). Para PMEs manufatureiras, a inserção nesses ecossistemas é vital para mitigar o chamado "passivo da pequenez" (liability of smallness), provendo acesso a recursos e conhecimentos interdisciplinares que seriam inacessíveis isoladamente (BENITEZ, AYALA, FRANK, 2020).

Esses ecossistemas operam sob modelos de hélices (Tripla, Quádrupla ou Quíntupla), integrando governo, academia, indústria e sociedade (IETTO et al., 2024). As ligações das PMEs podem ser divididas entre organizações proeminentes (clientes, fornecedores e concorrentes) e intermediários de serviço (MEI, ZHANG, CHEN, 2019 . Atores como Centros de Competência (CCs) e hubs de inovação atuam como corretores de conhecimento (knowledge brokers), oferecendo serviços de orientação, treinamento e infraestrutura para testes tecnológicos (IETTO et al., 2024).

4. Resultados ou Pesquisa de Campo e Resultados

A análise da literatura revela que a relação entre transformação digital (TD), capacidades digitais e ecossistemas de inovação é fundamental para a sobrevivência das micro e pequenas indústrias (PMEs) no cenário industrial contemporâneo. A integração desses construtos demonstra que a digitalização não é um processo isolado, mas uma evolução coevolucionária dependente tanto de competências internas quanto de redes de suporte externas.

4.1 Transformação digital nas micro e pequenas indústrias

A transformação digital nas PMEs é caracterizada como um fenômeno multidisciplinar que transcende a mera adoção de hardware, impactando a estratégia, a força de trabalho, a cultura e as estruturas sociais da organização, conforme afirma Díaz-Arancibia (2024) e Ietto et al. (2024) . O conceito predominante define a TD como uma progressão sistemática que vai desde a conversão de processos manuais para formas digitais até a integração de tecnologias em produtos e serviços, culminando na transformação completa dos modelos de negócios (Hafeez, 2025).

Quanto às tecnologias, observa-se uma dualidade na literatura. Enquanto estudos focados em regiões desenvolvidas ou setores de alta tecnologia enfatizam o uso de Inteligência Artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), Big Data e computação em nuvem (Benitez, Ayala, Frank, 2020), pesquisas voltadas para países em desenvolvimento indicam que a TD nessas indústrias ainda está massivamente concentrada na integração de sistemas de informação básicos (Díaz-Arancibia, 2024; (Ricci, Battaglia, Neirotti, 2021). Conforme também afirma Ricci, Battaglia e Neirotti (2021) tecnologias de suporte à decisão, como simulação e integração de sistemas (ERP), aparecem como pré-requisitos fundamentais para avanços em direção à Indústria 4.0.

O fator que mais distingue as PMEs das grandes organizações é o chamado "passivo da pequenez" (liability of smallness), conforme Mei, Zhang e Chen (2019). Diferente das grandes empresas, as PMEs possuem recursos financeiros escassos, falta de processos de inovação sistemáticos e capacidades internas inferiores, o que as torna mais dependentes de inovações incrementais e da substituição ou retrofitting de maquinário antigo (Ricci, Battaglia e Neirotti, 2021). Além disso, as PMEs tendem a focar em benefícios econômicos de curto prazo e apresentam maior aversão a incertezas tecnológicas do que as grandes corporações (Hipp e Kohlisch, 2026).

4.2 Capacidades digitais e o papel dos ecossistemas de inovação

Os ecossistemas de inovação favorecem a transformação digital ao mitigar a escassez de recursos internos das PMEs, provendo acesso a conhecimentos interdisciplinares e infraestrutura tecnológica (Benitez, Ayala, Frank, 2020). Conforme afirma o autor, os ecossistemas de inovação funcionam como estruturas de alinhamento multilateral onde a colaboração gera uma proposta de valor superior à que as empresas alcançariam isoladamente.

Os atores que aparecem com maior frequência na literatura incluem universidades, instituições governamentais, associações empresariais e intermediários especializados, como os Centros de Competência (CCs), como destaca os autores Benitez, Ayala, Frank (2020) . As associações comerciais desempenham um papel vital na fase inicial (nascimento) dos ecossistemas, enquanto universidades e organizações de pesquisa aplicada assumem a liderança na fase de expansão através da coordenação neutra de projetos complexos.

Por meio dessas interações, as PMEs desenvolvem Capacidades Dinâmicas (CD) de primeira ordem: sensoriamento (sensing), para identificar oportunidades externas; apreensão (seizing), para mobilizar recursos e alterar modelos de negócios; e reconfiguração (transforming), para reorganizar estruturas organizacionais (Khurana,

Dutta, Ghura, 2022; Saeedikiya, Salunke e Kowalkiewicz, 2024) . Em períodos de crise, os ecossistemas promovem o surgimento da resiliência como uma CD de segunda ordem, permitindo que as empresas se adaptem rapidamente a choques externos através da digitalização.

A transferência de conhecimento ocorre de forma não linear. Intermediários atuam como intermediários de conhecimento (knowledge brokers), facilitando o aprendizado prático através de metodologias como "testar antes de investir" e workshops de capacitação (Ietto et al., 2024). A proximidade geográfica e tecnológica entre os atores é citada como um catalisador essencial para que o conhecimento tácito e explícito circule de forma eficaz no ecossistema (Benitez, Ayala, Frank, 2020).

4.3 Barreiras e fatores facilitadores

A síntese da literatura permite agrupar os fatores que influenciam a jornada digital das pequenas indústrias em duas categorias principais.

Barreiras:

- Recursos e Finanças: A limitação de capital é o impedimento mais citado, dificultando investimentos em novas tecnologias e na contratação de pessoal especializado. (Díaz-Arancibia, 2024; Ietto et al., 2024)
- Lacuna de Conhecimento e Habilidades: A falta de alfabetização digital entre trabalhadores e gestores cria um "fosso digital" que impede o reconhecimento de oportunidades tecnológicas. (Díaz-Arancibia, 2024)
- Problemas Técnicos e Sistemas Legados: A dificuldade de integrar novas ferramentas com infraestruturas de TI antigas e preocupações com segurança de dados geram resistência à mudança. (Saeedikiya, Salunke e Kowalkiewicz, 2024)
- Inércia Organizacional e Cultura: Culturas conservadoras e o medo da obsolescência de cargos impedem a adoção de uma mentalidade digital (Díaz-Arancibia, 2024; Saeedikiya, Salunke e Kowalkiewicz, 2024).

Facilitadores:

- Apoio Público e Subsídios: Programas governamentais e incentivos financeiros são essenciais para reduzir o risco percebido e fomentar a cooperação inicial.(Mei, Zhang, Chen, 2019; Hipp e Kohlisch, 2026) .
- Liderança Transformacional: Gestores com visão estratégica e orientação empreendedora facilitam a aceitação tecnológica e a inovação aberta (Lobo et al., 2025, Hanoum, 2025)
- Integração em Ecossistemas e Alianças: A inserção em redes colaborativas permite a cocriação de valor e o compartilhamento de custos de R&D. (Lobo et al., 2025; Benitez, Ayala, Frank, 2020)
- Pressão Externa: Exigências de clientes e da cadeia de suprimentos atuam como gatilhos para que as PMEs iniciem sua transformação digital para manter a competitividade (Hafeez, 2025).

4.4 Síntese crítica das evidências

Existe um consenso na literatura de que a transformação digital é um imperativo estratégico para a agilidade e resiliência das PMEs. Outro ponto de convergência é que o sucesso da digitalização depende do equilíbrio ambidestro entre a exploração (exploration) de novos conhecimentos externos no ecossistema e a explotação (exploitation) das capacidades internas da empresa.

Entretanto, alguns aspectos permanecem pouco explorados. Há uma lacuna significativa em relação à Indústria 4.0 centrada no ser humano (Indústria 5.0) no contexto de pequenas empresas, onde o foco ainda é excessivamente tecnocêntrico e negligencia o bem-estar psicológico e ético do trabalhador. Além disso, a maioria dos modelos de maturidade digital foi desenhada para grandes corporações, deixando uma carência de modelos customizados para a realidade socioeconômica de PMEs em países em desenvolvimento.

Estas lacunas justificam novas pesquisas que utilizem abordagens qualitativas longitudinais para rastrear como a cultura organizacional e as capacidades digitais evoluem ao longo do tempo dentro de ecossistemas específicos. Pesquisas futuras também devem focar em como os intermediários de inovação podem operacionalizar dimensões sociais e éticas na adoção tecnológica.

Também, a literatura aponta que a integração efetiva em ecossistemas de inovação permite às PMEs superar as limitações do seu porte, transformando a digitalização de uma ameaça em uma oportunidade de crescimento sustentável. A transição de sistemas isolados para uma maturidade digital integrada exige uma coevolução entre capacidades dinâmicas internas e o suporte estruturado de atores externos.

Por fim, no contexto dos países de língua portuguesa, particularmente Brasil e Portugal, esses achados apresentam implicações relevantes para o desenho de políticas públicas de inovação e transformação digital voltadas às PMEs. No Brasil, iniciativas como os Centros de Competência da EMBRAPII evidenciam a atuação de estruturas intermediárias na articulação entre empresas e instituições de pesquisa, por meio de capacitação, pesquisa e desenvolvimento e inovação colaborativa. Em Portugal, mecanismos como os Polos de Inovação Digital e os Centros de Tecnologia e Inovação desempenham função semelhante ao facilitar o acesso das PMEs a conhecimento especializado, experimentação tecnológica, capacitação, financiamento e redes de colaboração. Nesse sentido, os resultados desta revisão sugerem que políticas regionais podem ampliar seus efeitos ao fortalecer organizações intermediárias capazes de conectar as necessidades das PMEs às competências disponíveis nos ecossistemas locais de inovação, reduzindo barreiras à adoção tecnológica e favorecendo o desenvolvimento de capacidades digitais.

5. Conclusões

A análise da literatura evidencia que a transformação digital em PMEs manufatureiras não se restringe à adoção de tecnologias, mas envolve um processo mais amplo de mudança organizacional, no qual aspectos tecnológicos, estratégicos, culturais e relacionais se articulam. Os estudos analisados indicam que as limitações de recursos financeiros, conhecimentos especializados e competências internas características dessas organizações podem restringir suas trajetórias de digitalização. Nesse contexto, a inserção em ecossistemas de inovação emerge como um importante mecanismo de suporte, ao ampliar o acesso a conhecimentos, infraestrutura, capacitação e oportunidades de colaboração. A interação com universidades, instituições governamentais, centros de competência e outros intermediários pode, assim, favorecer o desenvolvimento de capacidades de sensoriamento, aproveitamento e reconfiguração, necessárias à identificação de oportunidades tecnológicas e à adaptação organizacional.

Como principal contribuição, esta revisão evidencia que as capacidades internas das PMEs e os recursos disponibilizados pelos ecossistemas de inovação não devem ser compreendidos como dimensões independentes. Os achados sugerem uma relação complementar entre esses elementos: enquanto as capacidades organizacionais condicionam a habilidade das empresas de reconhecer, assimilar e utilizar conhecimentos e tecnologias, os atores externos podem reduzir restrições decorrentes do porte e facilitar o acesso a recursos que dificilmente seriam desenvolvidos internamente. Dessa forma, a transformação digital das PMEs manufatureiras pode ser compreendida como um processo

de interação entre competências organizacionais e relações estabelecidas no ecossistema, cuja combinação pode favorecer trajetórias mais avançadas de digitalização, inovação e criação de valor.

Essa perspectiva também apresenta implicações para os ecossistemas de inovação de países de língua portuguesa, particularmente Brasil e Portugal. Em contextos marcados por heterogeneidades regionais e por diferentes níveis de maturidade tecnológica das PMEs, os resultados desta revisão sugerem que políticas públicas de transformação digital podem se beneficiar do fortalecimento de estruturas intermediárias capazes de aproximar empresas, universidades, instituições de pesquisa, governo e demais agentes de inovação. O apoio de centros de competência e organizações intermediárias pode contribuir para reduzir barreiras de conhecimento e acesso tecnológico, oferecendo mecanismos de capacitação, experimentação, transferência de conhecimento e articulação de redes. Assim, políticas regionais voltadas às PMEs podem considerar não apenas o financiamento da aquisição de tecnologias, mas também a construção de capacidades empresariais e o fortalecimento das conexões entre os diferentes atores dos ecossistemas locais de inovação.

Apesar das contribuições identificadas, os resultados devem ser considerados à luz das limitações desta revisão, especialmente quanto às bases de dados selecionadas, às estratégias de busca empregadas e ao critério adotado para delimitação do portfólio bibliográfico. Além disso, a diversidade de contextos econômicos, territoriais e setoriais dos estudos analisados limita a generalização direta dos resultados para todas as PMEs manufatureiras. Pesquisas futuras podem ampliar as bases consultadas, desenvolver modelos de maturidade digital adaptados às especificidades das PMEs e investigar de maneira mais aprofundada as dimensões humanas, sociais e éticas da transformação digital. Estudos longitudinais também se mostram relevantes para compreender como capacidades internas e relações com os ecossistemas de inovação evoluem ao longo do tempo, bem como para avaliar de que maneira diferentes configurações de suporte institucional influenciam as trajetórias de transformação digital dessas empresas.

Referências

BENITEZ, Guilherme Brittes; AYALA, Néstor Fabián; FRANK, Alejandro G. Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. **International Journal of Production Economics**, v. 228, artigo 107735, out. 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107735. Acesso em: 28 jul. 2026.

DÍAZ-ARANCIBIA, Jaime et al. Navigating Digital Transformation and Technology Adoption: A Literature Review from Small and Medium-Sized Enterprises in Developing Countries. Sustainability, v. 16, n. 14, artigo 5946, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su16145946. Acesso em: 28 jul. 2026.

HAFEEZ, Shahid et al. Knowledge management and SMEs' digital transformation: A systematic literature review and future research agenda. Journal of Innovation & Knowledge, v. 10, n. 3, artigo 100728, maio/jun. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100728. Acesso em: 28 jul. 2026.

HANOUM, Syarifa et al. Enhancing SME performance through e-business: the interplay of ambidexterity and entrepreneurial orientation in technology parks. Journal of Innovation and

Entrepreneurship, v. 14, artigo 72, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s13731-025-00556-y. Acesso em: 28 jul. 2026.

HIPP, Ann; KOHLISCH, Enno. Successful digital technology development: A multilevel and spatial approach on organizations and their ecosystems. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 223, artigo 124441, fev. 2026. Disponível em: doi.org. Acesso em: 30 jul. 2026.

IETTO, Beatrice et al. The Role of External Actors in SMEs' Human-Centered Industry 4.0 Adoption: An Empirical Perspective on Italian Competence Centers. IEEE Transactions on Engineering Management, v. 71, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3144881. Acesso em: 28 jul. 2026.

JIANG, Zhenyu; WANG, Zongjun. Impel or impede? Revealing the effect of the integration into innovation ecosystems on the development of SMEs. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 199, artigo 123064, fev. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123064. Acesso em: 29 jul. 2026.

KHURANA, Indu; DUTTA, Dev K.; GHURA, Amarpreet Singh. SMEs and digital transformation during a crisis: The emergence of resilience as a second-order dynamic capability in an entrepreneurial ecosystem. **Journal of Business Research**, v. 150, p. 623-641, nov. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.06.048. Acesso em: 29 jul. 2026.

LOBO, Carla Azevedo *et al*. The Role of Leadership and Strategic Alliances in Innovation and Digital Transformation for Sustainable Entrepreneurial Ecosystems: A Comprehensive Analysis of the Existing Literature. **Sustainability**, v. 17, n. 13, artigo 6182, jul. 2025. Disponível em: doi.org. Acesso em: 30 jul. 2026.

MEI, Liang; ZHANG, Tao; CHEN, Jin. Exploring the effects of inter-firm linkages on SMEs' open innovation from an ecosystem perspective: An empirical study of Chinese manufacturing SMEs. Technological Forecasting and Social Change, v. 144, p. 118-128, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.04.010. Acesso em: 28 jul. 2026.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; DE RESENDE, L. M. M. Methodi ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor,

number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, Springer, v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015.

RICCI, Riccardo; BATTAGLIA, Daniele; NEIROTTI, Paolo. External knowledge search, opportunity recognition and industry 4.0 adoption in SMEs. **International Journal of Production Economics**, v. 240, artigo 108234, out. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108234. Acesso em: 29 jul. 2026.

SAEEDIKIYA, Mehrzad; SALUNKE, Sandeep; KOWALKIEWICZ, Marek. Toward a dynamic capability perspective of digital transformation in SMEs: A study of the mobility sector. Journal of Cleaner Production, v. 439, artigo 140718, 2024. Disponível em: doi.org. Acesso em: 28 jul. 2026.